

EPITAXIA DE COMPOSTOS III-V SOBRE SUBSTRATOS DE SILÍCIO

R.P. de Carvalho, I.F.L. Dias, J.C. Bezerra, A.G. de Oliveira

Departamento de Física, Univ. Federal de Minas Gerais

Películas heteroepitaxiais de Arseneto de Gálio sobre Silício são obtidas por Epitaxia por Feixes Moleculares (MBE). As amostras são analisadas através das técnicas de Retrodifusão de Rutherford, Fotoluminescência e Espalhamento Raman.

película, as tensões são aliviadas pela criação de defeitos de empilhamento ou deslocamentos.

A polaridade dos compostos III-V, em contraposição ao substrato não-polar, pode levar à criação de domínios de antifase, onde o elemento III ou o elemento V, alternadamente, formam a primeira monocamada sobre o substrato.

A limpeza do substrato não é um problema inerente à heteroepitaxia mas ao Silício que tem grande afinidade química com o Carbono e com o Oxigênio. O resíduo destes elementos sobre o substrato provoca a nucleação da película em torno das impurezas, impedindo o crescimento epitaxial.

II. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram depositadas películas de GaAs sobre substratos de Si de orientação $\langle 100 \rangle$, pela técnica de Epitaxia por Feixe Molecular (MBE).

Os substratos são preparados usando oxidação e decapagem químicas alternadamente, sendo o processo terminado pela formação de uma camada óxida protetora², que é retirada por sublimação sob vácuo (10^{-8} Torr, 750°C , 15 minutos), sob um fluxo de Gálio, que facilita a desorção do óxido³. Uma monocamada de Arsenico é depositada a baixa temperatura (500°C) para impedir a formação dos domínios de antifase. Em seguida a temperatura é elevada a 650°C e se deposita uma camada de $\sim 1 \mu\text{m}$ de GaAs.

III. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A figura 1 mostra o espectro de Retroespalhamento de Rutherford (RBS) feito sobre uma película de GaAs/Si⁴. Nota-se a presença de 7000 \AA de GaAs sobre o substrato de Si. Pode-se também notar a presença de oxigênio, indicando que o procedimento de desoxidação deve ser aprimorado.

A figura 2 mostra o espectro de Espalhamento Raman do GaAs/Si, comparado com o de um substrato de GaAs de orientação $\langle 100 \rangle$ ⁵. Notam-se as transições longitudinal óptica (LO) e transversal óptica (TO), sendo que esta última é proibida no GaAs $\langle 100 \rangle$. Isto é uma indicação de que a película não segue a orientação

I. INTRODUÇÃO

A maioria dos dispositivos microeletrônicos é construída a partir de películas de espessura $\sim 1 \mu\text{m}$ depositadas sobre um substrato de $\sim 300 \mu\text{m}$. O substrato, apesar de servir apenas de suporte mecânico e dissipador térmico, representa a maior parte do material empregado na construção do dispositivo. Assim, a heteroepitaxia de compostos III-V sobre substratos de Silício permite aliar as vantagens dos compostos III-V (grande mobilidade, largura do "gap" na faixa de comprimentos de onda de luz visível) às vantagens do substrato de Silício (baixo custo, alta resistência mecânica, boa condutividade térmica e tecnologia de fabricação bem estabelecida). Além disso, o desenvolvimento das técnicas de heteroepitaxia permitirá a fabricação de estruturas mixtas (Si+III-V)¹.

Os principais problemas encontrados na heteroepitaxia são a diferença nos parâmetros de rede do substrato e da película, a polaridade da película III-V e a limpeza do substrato.

A diferença nos parâmetros de rede (4% no caso do GaAs/Si) provoca o aparecimento de tensões na rede cristalina das películas finas. Com o aumento da espessura da

do substrato $\langle 100 \rangle$. Medidas de fotoflectância⁵ indicam que a película deve ser formada de cristaltitos de dimensão entre 200 Å e 5000 Å. Provavelmente os cristaltitos foram formados pela nucleação do GaAs em torno do oxido residual do substrato.

Ainda na figura 2, a ausência do desdobramento das linhas LO e TO indica a ausência de tensões na película depositada, corroborando a hipótese de nucleação tridimensional independente do ordenamento do substrato.

A figura 3 mostra um espectro de Fotoluminescência de GaAs/Si⁵. O alargamento da linha de emissão e a ausência de transições excitônicas (F, x) indicam mais uma vez que a qualidade cristalina da película é inferior à do substrato.

IV. CONCLUSÃO

Películas de GaAs foram depositadas sobre substratos de Si usando a técnica MBE. A qualidade destas películas deve ser melhorada, fazendo-se uma desoxidação mais eficiente do substrato antes da deposição. As técnicas de análise usadas (Retroespalhamento de Rutherford, Espalhamento Raman e Fotoluminescência) são adequadas para o controle da desoxidação e da epitaxia das películas depositadas.

V. REFERÊNCIAS

1. H. Morçok e Col. - Solid St. Technol. março 1988, p. 71
2. R.C. Henderson - J. Electrochem. Soc. 119 (6), 772 (1972)
3. S. Wright e Col. - Appl. Phys. Lett. 36 (3), 210 (1980)
4. Lab. van der Graaf, PUC-RJ
5. Grupo de Propriedades Ópticas, IFGW, UNICAMP

Trabalho parcialmente financiado pela FINEP e CNPq

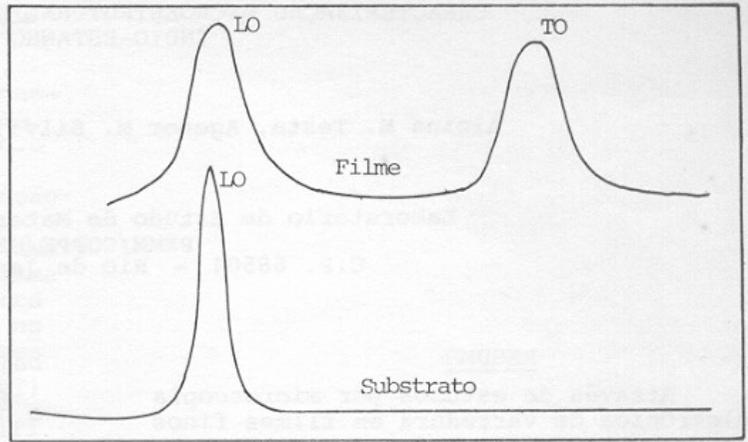


Fig. 2 - a) Espectro Raman para GaAs/Si $\langle 100 \rangle$ e
b) Substrato GaAs $\langle 100 \rangle$

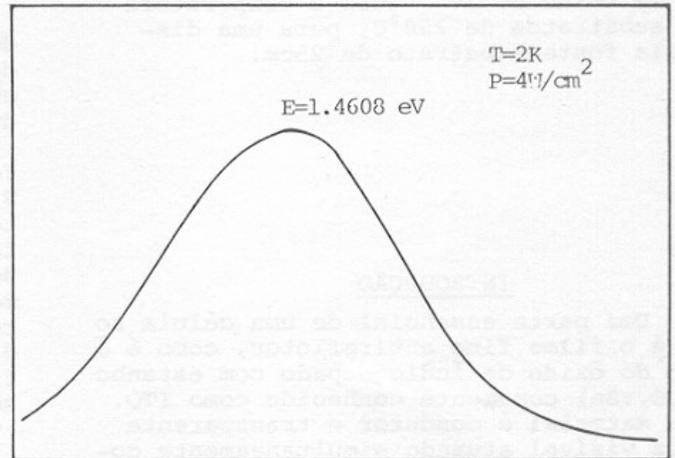


Fig. 3 - Espectro de fotoluminescência para GaAs/Si

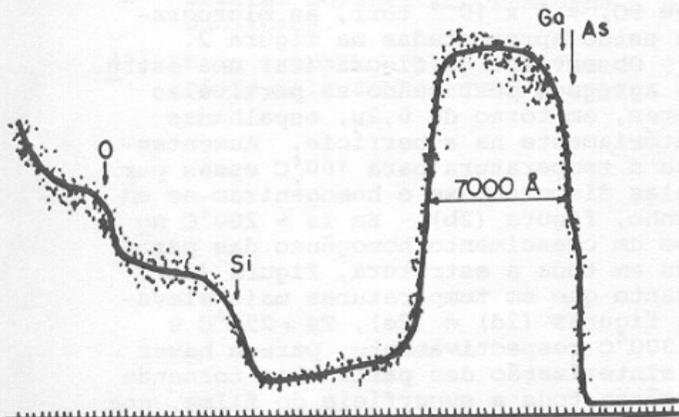


Fig. 1 - Espectro RBS de GaAs/Si